
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

EAS 152/3 – Kekuatan Bahan

Masa : 3 jam

Arahan Kepada Calon:

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN** (8) muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **LIMA** (5) soalan. Jawab **SEMUA** (5) soalan.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. Rajah 1 menunjukkan ubahbentuk yang telah berlaku ke atas suatu elemen tertegas. Terikan normal pada arah x diberi sebagai 240μ sementara pada arah y sebagai -360μ . Terikan ricih pada satah xy adalah -120μ .

- Lukiskan bulatan Mohr yang menganalisa data di atas. (5 markah)
- Daripada bulatan Mohr, tentukan nilai-nilai ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , γ_{mak} , ϵ_x dan ϵ_y . (5 markah)
- Daripada jawapan soalan (b) di atas, tentukan τ_{xy} , σ_x dan σ_y . Anggap tegasan satah (plane stress). (5 markah)
- Daripada jawapan soalan (b) atau jawapan soalan (c) di atas, dan pelukisan bulatan Mohr yang berkaitan, tentukan τ_{max} , σ_{p1} dan σ_{p2} . Anggap tegasan satah (plane stress). (5 markah)

Bantuan:

$$\sigma_x = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y); E = 2(1 + \nu)G; E = 200 \text{ GPa}, G = 80 \text{ GPa}.$$

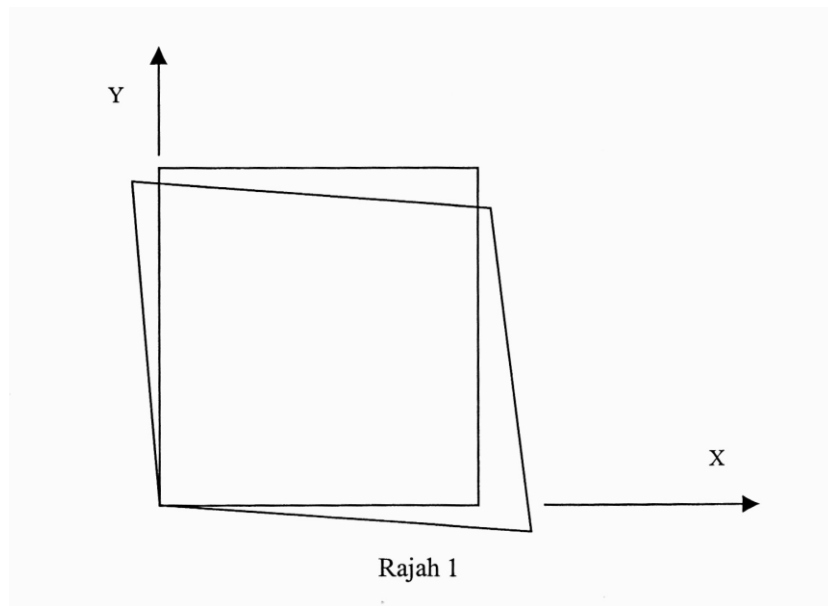


Figure 1 shows the deformation of a stressed unit ϵ_x is 240μ while ϵ_y is -360μ . γ_{xy} is -120μ .

- Construct a Mohr's circle which analyses the above data. (5 marks)
- Based on the Mohr's circle construction, determine ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , γ_{mak} and σ_x , σ_y . (5 marks)

c. Based on the answers in (b) determine τ_{xy} , σ_x and σ_y . Assume plane stress.
(5 marks)

d. Based on the answers in (b) or (c) and Mohr's circle construction for stress, determine τ_{max} , σ_{p1} and σ_{p2} . Assume plane stress.

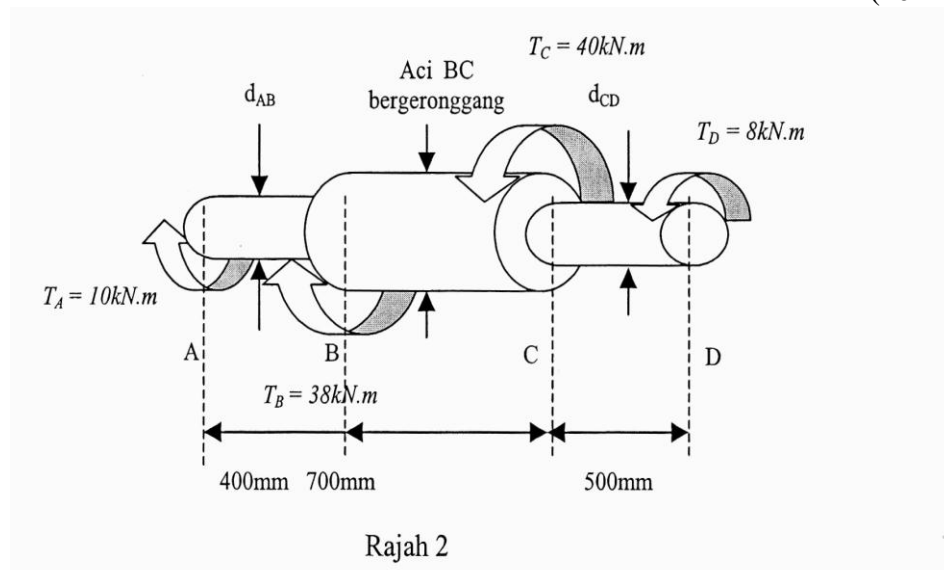
Help: $\sigma_x = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y)$; $E = 2(1 + \nu)G$; $E = 200 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$

(5 marks)

2. Satu aci ABCD yang tidak seragam keratan rentasnya ditunjukkan dalam Rajah 2. Segmen AB dan CD ialah aci pejal dengan garispusat d_{AB} dan d_{CD} dan segmen aci bergeronggang BC bergarispusat luar $d_{BC\text{luar}} = 100\text{mm}$ dan garispusat dalam $d_{BC\text{dalam}} = 80\text{mm}$. Tentukan:

- Tegasan ricih maksima dan tegasan ricih minima bagi segmen BC. Lakarkan taburan tegasan di keratan rentas BC.
- Garispusat aci AB dan CD sekiranya tegasan ricih dibenarkan bersamaan dengan 70 MPa.
- Sekiranya aci ABCD diperbuat dari keluli dengan nilai modulus ketegaran $G = 80 \text{ GPa}$, kira nilai sudut putaran (dalam radian) di D dengan menganggap hujung A ditegarkan ke papak.

(20 markah)



Shaft ABCD consists of solid and hollow cross section as shown in Figure 2. Segment AB and CD are solids with a diameter of d_{AB} and d_{CD} respectively. Segment BC is hollow with outer diameter, $d_{BC\text{out}} = 100\text{mm}$ and inner diameter, $d_{BC\text{inner}} = 80\text{mm}$. Determine:

- the maximum and the minimum shearing stresses in segment BC. Sketch the stress distribution across the section BC.
- Diameter of shaft AB and CD if the allowable shearing stress in these shafts is 70 MPa.
- If the shaft ABCD is made of steel with modulus of rigidity, $G = 80 \text{ GPa}$, determine the angle of twist (in radians) at D with the assumption that end A is fixed to a slab.

(20 marks)

3. Rajah 3(a) menunjukkan satu bar pugak ABC yang disokong dengan sambungan jenis pin pada hujung atas A dan dikenakan satu beban 2.5kN pada hujung bawah C. Satu rasuk ufuk BDE yang disambung kepada bar pugak pada sambungan B dan disokong melalui satu sambungan bolt pada D. Rasuk berkenaan dikenakan satu beban 5kN pada hujung E. Bar pugak terdiri daripada bahagian keluli AB dan bahagian aluminium BC. Nilai modulus keanjalan adalah seperti berikut: untuk keluli $E_S = 210\text{GPa}$ dan untuk aluminium $E_A = 72\text{GPa}$. Saiz keratan bahagian AB dan BC bar pugak ABC adalah seperti berikut : bahagian AB - 50mm (lebar) dan 10mm (tebal); bahagian BC - 40mm(lebar) dan 10mm(tebal). Untuk rasuk BDE, saiz keratan adalah seperti berikut: 50mm(lebar) dan 10mm(tebal). Rajah 3(b) menunjukkan butir sambungan bolt pada D.

Kira:

- anjakan pugak sambungan C
- tegasan normal dalam bahagian AB dan BC bar pugak ABC
- tegasan ricih dalam bolt pada sambungan D
- tegasan galas antara rasuk BDE dan bolt pada sambungan D
- tegasan galas antara plat gusset dan bolt pada sambungan D.

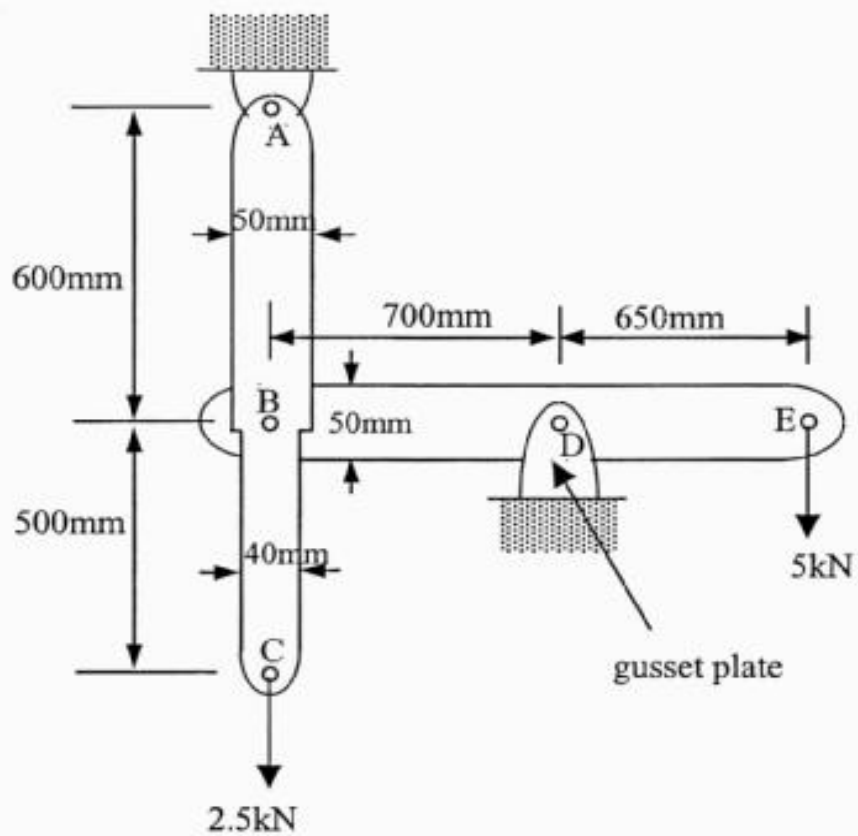
(20 markah)

Figure 3(a) shows a vertical bar ABC which is pin supported at its upper end A and loaded by a force of 2.5kN at its lower end C. A horizontal beam BDE is pinned to the vertical bar at joint B and supported by a pin joint at D. The beam is loaded by a force 5kN at end E. The vertical bar ABC is made of steel portion AB and aluminium portion BC with modulus of elasticity given as follows: for steel $E_S = 210\text{GPa}$ and for aluminium $E_A = 72\text{GPa}$. Sizes of cross-section for portion AB and BC of vertical bar are as follows: portion AB - 50mm (width) and 10mm (thickness); portion BC : 40mm(width) and 10mm(thickness). For beam BDE, the size of cross-section is as follows: 50mm (width) and 10mm (thickness). Figure 3(b) shows the detail of bolt connection at joint D.

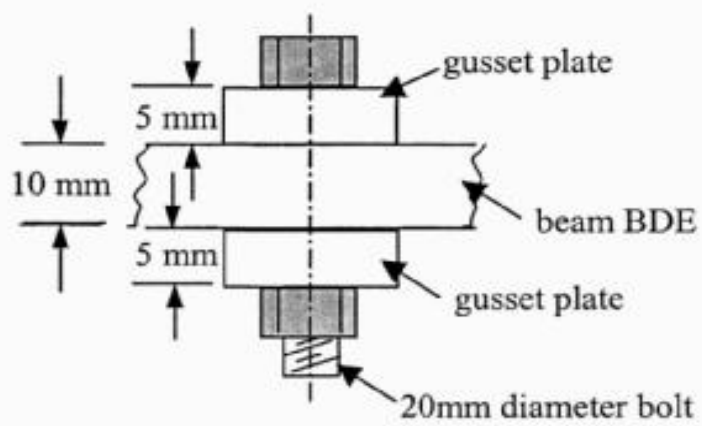
Calculate:

- vertical displacement of point C*
- normal stress in portion AB and BC of vertical bar ABC*
- shear stress in bolt at connection D*
- bearing stress between beam BDE and bolt at connection D*
- bearing stress between gusset plate and bolt at connection D.*

(20 marks)



Rajah 3(a)



Rajah 3(b)

4. Rajah 4(a) menunjukkan satu rasuk ABC disokong mudah dengan bahagian terjulur BC. Rasuk berkenaan dikenakan satu beban teragih seragam 5kN/m di sepanjang bahagian terjulur BC dan satu lagi beban teragih seragam 20kN/m di sepanjang rentang utama AB. Butir tentang keratan rasuk yang dipilih untuk keseluruhan panjang rasuk ditunjukkan dalam Rajah 4(b).

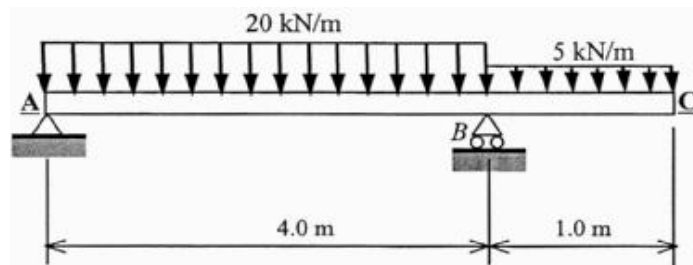
- Lukis gambarajah daya ricih dan momen lentur untuk rasuk berkenaan.
- Sekiranya diberi bahawa untuk bahan rasuk yang dipilih, tegasan lenturan dibenarkan adalah $\sigma_{b,all} = 10.0\text{MPa}$ manakala tegasan ricih dibenarkan adalah $\tau_{all} = 1.0\text{MPa}$, semak samada keratan yang dipilih [seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4(b)] selamat digunakan ataupun tidak.

(20 markah)

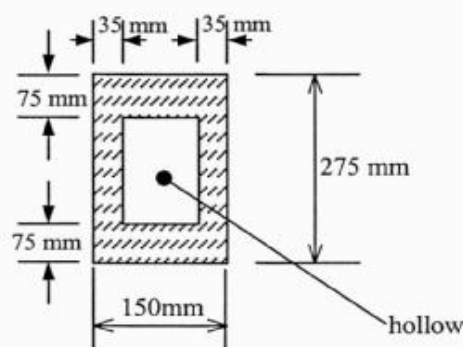
Figure 4(a) shows a simply supported beam ABC with overhang portion BC. The beam is subjected to a uniformly distributed load of 5 kN/m along the overhang portion BC and another uniformly distributed load of 20 kN/m along the main span AB. The detail of the cross section which has been selected for the whole length of the beam is shown in Figure 4(b).

- Draw the shear force and bending moments diagrams for the beam.
- If it is given that the allowable bending stress and shear stress of the material used for the beam are $\sigma_{b,all} = 10.0\text{MPa}$ and $\tau_{all} = 1.0\text{MPa}$, respectively, check if the section selected as shown in Figure 4(b) is safe to be used or not.

(20 marks)



Rajah 4(a)



Rajah 4(b)

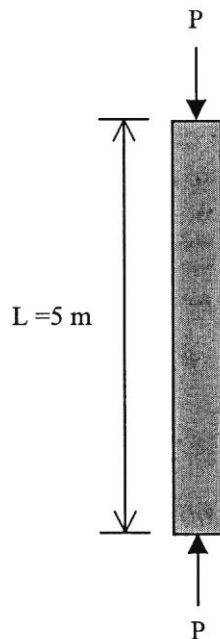
...7/-

...7/-

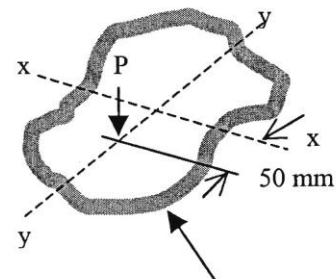
5. (a) Nyatakan ciri-ciri dan kelakuan yang dipunyai oleh anggota struktur tiang.
(2 markah)
- (b) Jadual 5(a) di bawah menunjukkan panjang berkesan untuk tiang dengan keadaan hujung yang berlainan. Dengan memilih salah satu jenis keratan tiang yang diberikan dalam Jadual 5(b), kirakan beban lengkokan kritikal untuk semua keadaan hujung dalam Jadual 5(a). Guna $E = 200 \text{ GPa}$.
(8 markah)
- (c) Jika beban, $P = 350 \text{ kN}$ dengan kesipian, $e = 50 \text{ mm}$ seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(b) dikenakan ke atas tiang dengan hujung terikat-sendi, tentukan satu jenis tiang dalam Jadual 5(b) yang boleh menanggung beban tersebut dengan menggunakan kaedah interaksi. Guna tegasan yang dibenarkan untuk beban pusat, $(\sigma_{all})_{centric}$ sebagai 110 MPa dan tegasan yang dibenarkan untuk lenturan, $(\sigma_{all})_{bending}$ sebagai 150 MPa . Ketaksamaan yang perlu dipenuhi ialah:

$$\frac{P/A}{(\sigma_{all})_{centric}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{all})_{bending}} \leq 1$$

(10 markah)



Rajah 5(a)



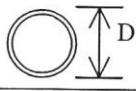
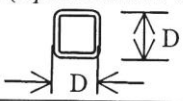
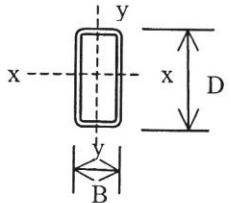
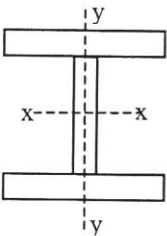
Keratan rentas tiang sembarangan yang mewakili salah satu jenis keratan tiang dalam Jadual 5(b)

Rajah 5(b)

Jadual 5(a)

Keadaan Hujung	Terikat - Bebas	Sendi - Sendi	Terikat - Sendi	Terikat - Terikat
Panjang Berkesan, L_e	2L	L	0.7L	0.5L

Jadual 5(b)

Jenis Tiang	Dimensi Dan Ciri-ciri	Nilai
Keratan Geronggang Bulat <i>(Circular Hollow Section)</i> 	Diameter Luar, D (mm)	168.3
	Luas Keratan Rentas, A (cm ²)	25.7
	Momen Luas Kedua, I (cm ⁴)	856
	Jejari Legaran, r (cm)	5.78
	Modulus Plastik, S (cm ³)	133
Keratan Geronggang Segiempat Sama <i>(Square Hollow Section)</i> 	Saiz, D×D (mm)	150×150
	Luas Keratan Rentas, A (cm ²)	28.9
	Momen Luas Kedua, I (cm ⁴)	1010
	Jejari Legaran, r (cm)	5.91
	Modulus Plastik, S (cm ³)	157
Keratan Geronggang Segiempat Tepat <i>(Rectangular Hollow Section)</i> 	Saiz, D×B (mm)	200×100
	Luas Keratan Rentas, A (cm ²)	55.5
	Momen Luas Kedua Paksi x-x, I _{xx} (cm ⁴)	2720
	Momen Luas Kedua Paksi y-y, I _{yy} (cm ⁴)	881
	Jejari Legaran Paksi x-x, r _{xx} (cm)	7.00
	Jejari Legaran Paksi y-y, r _{yy} (cm)	3.98
	Modulus Plastik Paksi x-x, S _{xx} (cm ³)	346
	Modulus Plastik Paksi y-y, S _{yy} (cm ³)	209
Tiang Universal <i>(Universal Column)</i> 	Saiz Siri (mm)	254×254
	Luas Keratan Rentas, A (cm ²)	92.9
	Momen Luas Kedua Paksi x-x, I _{xx} (cm ⁴)	11400
	Momen Luas Kedua Paksi y-y, I _{yy} (cm ⁴)	3870
	Jejari Legaran Paksi x-x, r _{xx} (cm)	11.1
	Jejari Legaran Paksi y-y, r _{yy} (cm)	6.46
	Modulus Plastik Paksi x-x, S _{xx} (cm ³)	989
	Modulus Plastik Paksi y-y, S _{yy} (cm ³)	462

5. (a) State the characteristic and behaviour of a column.

(2 marks)

(b) Table 5(a) gives the effective length of column for various end conditions. Select one type of the column given in Table 5(b), calculate the critical buckling load of the column for all types of end conditions. Take $E = 200 \text{ GPa}$.

(8 marks)

(c) If a load, $P = 350 \text{ kN}$ with an eccentricity, $e = 50 \text{ mm}$ as shown in Figure 5(b) is applied on a fixed-pinned column, determine an appropriate type of column from Table 5(b) that can withstand this loading by using interaction method. Use an allowable stress for column subjected to centric load of $(\sigma_{all})_{centric} = 110 \text{ MPa}$ and an allowable stress in bending of $(\sigma_{all})_{bending} = 150 \text{ MPa}$. The inequality to be satisfied is

$$\frac{P/A}{(\sigma_{all})_{centric}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{all})_{bending}} \leq 1$$

(10 marks)